

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-227071

(43)Date of publication of application : 03.09.1996

(51)Int.Cl. G02F 1/1335

(21)Application number : 07-033294

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 22.02.1995

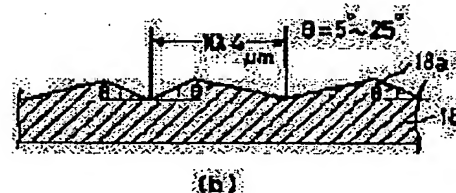
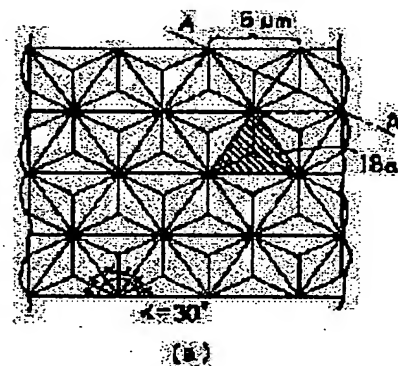
(72)Inventor : HISATAKE YUZO  
RICHIIYAADO RAN

## (54) REFLECTION TYPE LIQUID CRYSTAL DISPLAY ELEMENT

## (57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a reflection type LCD having a high contrast ratio by constituting a reflection layer of arrangement of pyramidal projecting parts and specifying the grading to the base on the side faces of the pyramids, thereby using the reflection layer having high reflectivity and excellent visual angle characteristics.

CONSTITUTION: The reflection plate (reflection layer) 18 for the reflection type LCD is formed by providing its front surface (reflection surface) with the projecting parts 18a of a polygonal shape when this shape is sectionally viewed. The angle  $\theta$  formed by the side faces and bases of the respective pyramids is specified to 5 to 25°. Flatly, various kinds of such pyramids are formed at a density of 100%. Further, the front surface thereof is formed of metal having metallic luster. In such a case, the reflection layer 18 is formed by aggregating and arranging, for example, the many projecting parts 18a of the triangular pyramids. The adjacent triangular pyramids are varied in the angle  $\theta$  formed by their side faces and bases. As a result, the reflection layer used for the reflection type LCD eventually has the excellent brightness of display, contrast ratio characteristics, dependency on visual sensation and dependency on the angle of a light source and the LCD.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 8-227071

(43) 公開日 平成8年(1996)9月3日

(51) Int. Cl. <sup>8</sup>

G 0 2 F

1/1335

識別記号

5 2 0

庁内整理番号

F I

G 0 2 F

1/1335 5 2 0

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 10

O L

(全 16 頁)

(21) 出願番号

特願平7-33294

(22) 出願日

平成7年(1995)2月22日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 久武 雄三

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株

式会社東芝横浜事業所内

(72) 発明者 リチャード ラン

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株

式会社東芝横浜事業所内

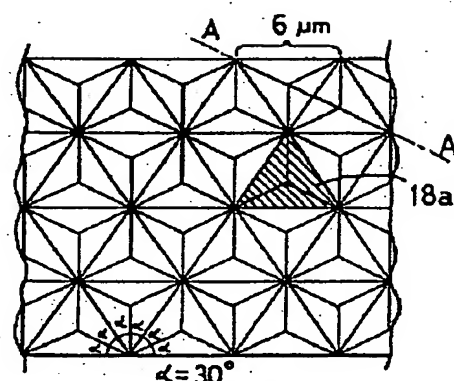
(74) 代理人 弁理士 大胡 典夫

(54) 【発明の名称】 反射型液晶表示素子

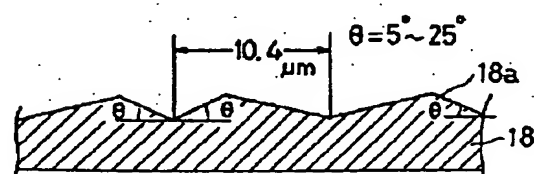
(57) 【要約】

【構成】 液晶層を有する液晶セルに反射層 18 を配置した反射型液晶表示素子において、反射層 18 が多数の多角錐形状をした凸部 18a を規則的に配列した構造であり、金属反射する反射面で構成される。

【効果】 本発明により、反射率が高く視角特性に優れた反射層を得ることができ、この反射層を用いて明るくコントラスト比の高い反射型液晶表示素子が実現できる。



(a)



(b)

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも1枚の電極付き基板、前記電極により制御される液晶層及びこの液晶層を透過した光を反射する反射層を有する反射型液晶表示素子において、前記反射層が多角錐の凸部の配列でなり、角錐側面の底辺に対する傾斜が $5^{\circ}$ 乃至 $25^{\circ}$ である反射型液晶表示素子。

【請求項2】 少なくとも1枚の電極付き基板、前記電極により制御される液晶層及びこの液晶層を透過した光を反射する反射層を有する反射型液晶表示素子において、前記反射層の反射面が同一角数の多角錐の凸部の集合配列でなり、角錐側面の底辺に対する傾斜が $5^{\circ}$ 乃至 $25^{\circ}$ である反射型液晶表示素子。

【請求項3】 少なくとも1枚の電極付き基板、前記電極により制御される液晶層及びこの液晶層を透過した光を反射する反射層を有する反射型液晶表示素子において、前記反射層の表面形状が、3角錐がその底辺が互いに接し合うように配列され、且つ前記3角錐の側面の傾き角（側面と底面のなす角）が $5^{\circ}$ 乃至 $25^{\circ}$ であり、且つ隣接する3角錐同志で前記傾き角の値が異なっており、且つ反射層を平面的に見てその配列ピッチが $30\mu\text{m}$ 以下である凸部からなり、前記反射層の表面における光反射が金属反射となるよう少なくとも表面が金属光沢のある金属からなることを特徴とした反射型液晶表示素子。

【請求項4】 少なくとも1枚の電極付き基板、前記電極により制御される液晶層及びこの液晶層を透過した光を反射する反射層を有する反射型液晶表示素子において、前記反射層の表面形状が、4角錐がその底辺が互いに接し合うように配列され、且つ前記4角錐の側面の傾き角（側面と底面のなす角）が $5^{\circ}$ 乃至 $25^{\circ}$ であり、且つ隣接する4角錐同志で前記傾き角の値が異なっており、且つ反射層を平面的に見てその配列ピッチが $30\mu\text{m}$ 以下である凸部からなり、前記反射層の表面における光反射が金属反射となるよう少なくとも表面が金属光沢のある金属からなることを特徴とした反射型液晶表示素子。

【請求項5】 少なくとも1枚の電極付き基板、前記電極により制御される液晶層及びこの液晶層を透過した光を反射する反射層を有する反射型液晶表示素子において、前記反射層の表面形状が、6角錐がその底辺が互いに接し合うように配列され、且つ前記6角錐の側面の傾き角（側面と底面のなす角）が $5^{\circ}$ 乃至 $25^{\circ}$ であり、且つ隣接する6角錐同志で前記傾き角の値が異なっており、且つ反射層を平面的に見てその配列ピッチが $30\mu\text{m}$ 以

下である凸部からなり、

前記反射層の表面における光反射が金属反射（正反射）となるよう少なくとも表面が金属光沢のある金属からなることを特徴とした反射型液晶表示素子。

【請求項6】 少なくとも1枚の電極付き基板、前記電極により制御される液晶層及びこの液晶層を透過した光を反射する反射層を有する反射型液晶表示素子において、前記反射層の反射面が角数の異なる複数の多角錐の凸部の集合で形成されてなる反射型液晶表示素子。

【請求項7】 少なくとも1枚の電極付き基板、前記電極により制御される液晶層及びこの液晶層を透過した光を反射する反射層を有する反射型液晶表示素子において、前記反射層の表面形状が、8角錐の4つの底辺が互いに接し、残る4つの底辺と4角錐の底辺が互いに接し合うように配列され、且つ前記8角錐、4角錐の側面の傾き角（側面と底面のなす角）が $5^{\circ}$ 乃至 $25^{\circ}$ であり、且つ隣接する8角錐、4角錐同志で前記傾き角の値が異なっており、且つ反射層を平面的に見てその配列ピッチが $30\mu\text{m}$ 以下である凸部からなり、

前記反射層の表面における光反射が金属反射（正反射）となるよう少なくとも表面が金属光沢のある金属からなることを特徴とした反射型液晶表示素子。

【請求項8】 反射層が電極形成面上に設けられていることを特徴とする請求項1乃至7のいずれかに記載の反射型液晶表示素子。

【請求項9】 反射層の表面にA1を用いたことを特徴とした請求項1乃至7のいずれかに記載の反射型液晶表示素子。

【請求項10】 反射層が2色性染料の添加された液晶層と4分の1波長板と組み合わされてなる請求項1乃至7のいずれかに記載の反射型液晶表示素子。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、反射型液晶表示素子のとくに反射層に係わる。

【0002】

【従来の技術】 液晶表示素子（以下LCDと略称）はワードプロセッサ、パーソナルコンピュータ、投影形TV、小型TV等に広く利用されているが、近年、バックライト不要の反射型LCDが注目されている。反射型LCDは、OA機器等の表示においてバックライトを必要としないため、消費電力の低減が実現でき、携帯用に適している。反射型LCDは、外光の光を利用しているため、LCD自体の反射率が低いと実用上問題となる。

【0003】 反射型LCDを、LCD自体の反射率の観点から分類すると、偏光板を2枚用いる表示モード、1枚用いる表示モード、用いない表示モードの3モードに分類できる。

【0004】偏光板を2枚用いる表示モードとしては、例えば図15に示すTN型LCDである。ここで液晶セル1は、電極4、5に挟まれた液晶層6、2枚の透明基板2、3からなり、透明基板の両外側に1対の偏光板71、72が貼付されており、さらに一方の偏光板72の外面に反射板8が配置されている。図は電極のある変調部Aと電極のない領域の非変調部Bからなる一面素領域pを示している。このTN型LCDは光路Lが、偏光板71、72を計4回、基板2、3を計4回通過する。これらの部分の透過率のうち、偏光板の透過率は少なくとも1回分は、原理的に50%以下であり、例えば偏光子の機能を果たす偏光板は実際は40数%である。他の偏光板や基板においてもそれ自身の吸収があるので、反射率は著しく低い。

【0005】偏光板を1枚用いる表示モードとしては、例えば図16に示す偏光板1枚モードECB型LCDであり、図15と同一符号は同様部分を示す。他の図も同様である。前記TN型LCDと比較して光路的に、偏光板71は2回、基板2も2回しか通過しない。前記TN型LCD同様偏光板の透過率は少なくとも1回分は、原理的に50%以下であり、実際は40数%である。しかしながら光路的に、偏光板2回、基板2回分の光吸収を削減できることから前記TN型LCDよりは、若干反射率が高い。

【0006】これらと比較して偏光板を用いない表示モードは、例えば図17に示すPC-GH型LCD、図18に示すGH-HOMO型LCD、図19に示す2層型GH-HOMO型LCD等がある。いずれの方式も偏光板を用いないので、前記偏光板を用いる表示モードのように透過率が少なくとも1回分は、原理的に50%以下であり、実際は40数%である偏光板を用いない分だけ明るくなる。また、前記図16の偏光板1枚モードECB型LCD同様反射板をセル内面に設ければ偏光板1枚モードECB型LCD同様、基板2回分の光吸収を削減することができる。従って前記偏光板を用いる表示モードと比較して、反射率が著しく高くなる。

【0007】しかしながら、図17に示すPC-GH型LCDは、暗状態を得るために液晶層61の液晶材料に極めて強いカイラリティを与えて、強い螺旋構造の分子配列としている。ここで符号LMは液晶分子、GHは染料を示している。これを明状態にするには、この強い螺旋構造ほどこいて、且つ液晶分子LMを垂直にチルトさせる必要がある。したがって極めて高い電圧を印加する必要がある、実用的に表示容量の大きいディスプレイには応用できない。

【0008】また、カイラリティを与えて、強い螺旋構造の分子配列である状態及び、極めて高い電圧を印加して前記強い螺旋構造ほどこいた状態の2状態ともに、ある程度の安定性があり、電気光学特性（印加電圧に対する反射率若しくは透過率特性）にヒステリシスを生じる。

このために、中間調表示（階調表示）が困難である問題を持っている。

【0009】また、図18に示すGH-HOMO型LCDは液晶層62が1方向の偏光成分しか吸収しないので、暗状態の明るさは、明状態の半分以上になり、コントラストは2:1以下と極めて低い値となり実用的ではない。

【0010】また、図19に示す2層型GH-HOMO型LCDは図18に示すGH-HOMO型LCDと異なり配向を交差させた2層の液晶層62、62を用いることにより2方向の偏光成分を吸収でき、高いコントラストが得られるが、2層の液晶層ともに駆動する必要があり、2層の液晶層間の基板2aの厚み分の視差が生じる。よって高精細表示には応用できなし、コストも高くなる。

【0011】また、コールとカシュノウ（H.S.ColeとR.A.Kashnow Applied Physics Letters, Vol. 30, No. 12, pp619-621 (15 June 1977)）は、GH-HOMO型LCDに4分の1波長板と拡散反射板を加えた構成の反射型LCDを提案している。このLCDの構成を図20に示す。図20に示す反射型LCDは、図21に示すように液晶セルの液晶層62を射出した入射光Liが、4分の1波長板9を透過し、拡散反射板8でLrとして反射され、再び4分の1波長板9を透過することによって、位相を2分の1波長ずらされ、再び液晶セル1に入射する機能を得るものである。ここで直線偏光のみが4分の1波長板9によって位相が変化する。よって、図19に示す2層型GH-HOMO型LCDと同様の光制御が1層の液晶層62すなわち1層の液晶セル1で得られるものである。

【0012】これら反射型LCDは必然的に光を反射させる反射層を形成している。一般的に反射層はセルの外面に貼り付けた反射板からなる。反射板として従来は、アルミホイルをプラスチックフィルムに貼り付けた構造や、表面に凹凸を設けたプラスチックにアルミニウムを蒸着した構造、さらに白色の上質紙等を用いている。また、セル内面にアルミニウムを蒸着した構造と同様に基板表面に凹凸を設け、その上にアルミニウムを蒸着し反射層とすることも提案されている。この場合、この反射層自体を電極として用いる方式（反射電極）と反射層とは別に電極を形成する方式（この場合、反射層は反射膜）とがある。

【0013】前述したアルミホイルをプラスチックフィルムに貼り付けた反射板や、表面に凹凸を設けたプラスチックにアルミニウムを蒸着した反射板は、前記いずれの表示モードにも応用されており、セル内面に基板表面に凹凸を設け、その上にアルミニウムを蒸着し反射層とするものが、偏光板1枚モードECB型LCDや、PC-GH型LCDや、GH-HOMO型LCDや、2層型GH-HOMO型LCDへ応用することが検討されてい

る。これらの表示モードは反射層と液晶層の間に光制御を行う光学媒体（偏光板や位相差板）を必要としないため、光学媒体を反射層上、つまりセル内面に形成する必要がなく比較的容易にセルを作製することが可能である。

【0014】また、白色の上質紙からなる反射板は、反射層における光反射が表示の明暗を制御する光制御にかかわっていない表示モード、つまり偏光板1枚モードECB型LCDやGH-HOMO型LCDに4分の1波長板と拡散反射板を加えた構成の反射型LCD以外の表示モードへの応用がなされている。

【0015】これら反射型LCDにおける反射層は、表示の「明るさ」及び「コントラスト比」特性、及びそれらの視角依存性、光源とLCDとの角度依存性に大きく影響を及ぼす。

【0016】従来の反射型LCDに用いられる反射層は、前述した表示の「明るさ」及び「コントラスト比」特性、及びそれらの視角依存性、光源とLCDとの角度依存性が十分なものではなく、「明るさ」及びそれらの視角依存性、光源とLCDとの角度依存性を決め得る反射層の反射率及びそれらの視角依存性、光源とLCDとの角度依存性は低く狭いものであり、したがって「コントラスト比」についても同様悪かった。さらに、反射層における光反射が表示の明暗を制御する光制御にかかわっている表示モード、つまり偏光板1枚モードECB型LCDやGH-HOMO型LCDに4分の1波長板と拡散反射板を加えた構成の反射型LCDに従来の反射層を用いた場合は、反射層で光が反射する際に、反射層に入射した光の偏光状態が著しく変化して反射され、表示の制御に影響して「コントラスト比」特性を低下させていた。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】このように、従来の反射型LCDに用いる反射層は、表示の「明るさ」及び「コントラスト比」特性、及びそれらの視角依存性、光源とLCDとの角度依存性が十分なものではなく、特に反射層における光反射が表示の明暗を制御する光制御にかかわっていない表示モード、つまりは偏光板1枚モードECB型LCDやGH-HOMO型LCDに4分の1波長板と拡散反射板を加えた構成の反射型LCD以外の表示モードに従来の反射層を用いた場合は、反射層で光が反射する際に、反射層に入射した光の偏光状態が著しく変化して反射され、表示の制御に影響して「コントラスト比」特性を低下させていた。

【0018】本発明は、これら問題点を改善、解決し、反射型LCDに用いる反射層は、表示の「明るさ」及び「コントラスト比」特性、及びそれらの視角依存性、光源とLCDとの角度依存性が著しく優れた反射層を有する反射型LCDを得ることを目的とする。

【0019】

【課題を解決するための手段】本発明は、前述した問題を解決する手段として、少なくとも1枚の電極付き基板、前記電極により制御される液晶層及びこの液晶層を透過した光を反射する反射層を有する反射型液晶表示素子において、前記反射層が多角錐の凸部の配列であり、角錐側面の底辺に対する傾斜が5°乃至25°である反射型液晶表示素子にある。

【0020】さらに、少なくとも1枚の電極付き基板、前記電極により制御される液晶層及びこの液晶層を透過した光を反射する反射層を有する反射型液晶表示素子において、前記反射層の反射面が同一角数の多角錐の凸部の集合配列であり、角錐側面の底辺に対する傾斜が5°乃至25°である反射型液晶表示素子にある。

【0021】さらに、少なくとも1枚の電極付き基板、前記電極により制御される液晶層及びこの液晶層を透過した光を反射する反射層を有する反射型液晶表示素子において、前記反射層の表面形状が、3角錐がその底辺が互いに接し合うように配列され、且つ前記3角錐の側面の傾き角（側面と底面のなす角）が5°乃至25°であり、且つ隣接する3角錐同志で前記傾き角の値が異なっており、且つ反射層を平面的に見てその配列ピッチが30μm以下である凸部からなり、前記反射層の表面における光反射が金属反射となるよう少なくとも表面が金属光沢のある金属からなることを特徴とした液晶表示素子にある。

【0022】さらに、少なくとも1枚の電極付き基板、前記電極により制御される液晶層及びこの液晶層を透過した光を反射する反射層を有する反射型液晶表示素子において、前記反射層の表面形状が、4角錐がその底辺が互いに接し合うように配列され、且つ前記4角錐の側面の傾き角（側面と底面のなす角）が5°乃至25°であり、且つ隣接する4角錐同志で前記傾き角の値が異なっており、且つ反射層を平面的に見てその配列ピッチが30μm以下である凸部からなり、前記反射層の表面における光反射が金属反射となるよう少なくとも表面が金属光沢のある金属からなることを特徴とした液晶表示素子にある。

【0023】さらに、少なくとも1枚の電極付き基板、前記電極により制御される液晶層及びこの液晶層を透過した光を反射する反射層を有する反射型液晶表示素子において、前記反射層の表面形状が、6角錐がその底辺が互いに接し合うように配列され、且つ前記6角錐の側面の傾き角（側面と底面のなす角）が5°乃至25°であり、且つ隣接する6角錐同志で前記傾き角の値が異なっており、且つ反射層を平面的に見てその配列ピッチが30μm以下である凸部からなり、前記反射層の表面における光反射が金属反射（正反射）となるよう少なくとも表面が金属光沢のある金属からなることを特徴とした液晶表示素子にある。

【0024】さらに、少なくとも1枚の電極付き基板、

前記電極により制御される液晶層及びこの液晶層を透過した光を反射する反射層を有する反射型液晶表示素子において、前記反射層の反射面が角数の異なる複数の多角錐の凸部の集合で形成されてなる反射型液晶表示素子にある。

【0025】さらに、少なくとも1枚の電極付き基板、前記電極により制御される液晶層及びこの液晶層を透過した光を反射する反射層を有する反射型液晶表示素子において、前記反射層の表面形状が、8角錐の4つの底辺が互いに接し、残る4つの底辺と4角錐の底辺が互いに接し合うように配列され、且つ前記8角錐、4角錐の側面の傾き角（側面と底面のなす角）が $5^\circ$ 乃至 $25^\circ$ であり、且つ隣接する8角錐、4角錐同志で前記傾き角の値が異なっており、且つ反射層を平面的に見てその配列ピッチが $30\mu\text{m}$ 以下である凸部からなり、前記反射層の表面における光反射が金属反射（正反射）となるよう少なくとも表面が金属光沢のある金属からなることを特徴とした液晶表示素子にある。

【0026】さらに、反射層が電極形成面上に設けられていることを特徴とする反射型液晶表示素子にある。

【0027】さらに、反射層の表面にA1を用いる反射型液晶表示素子にある。

【0028】さらに、反射層が2色性染料の添加された液晶層と4分の1波長板と組み合わせられてなる反射型液晶表示素子にある。

【0029】

【作用】以下、本発明の作用について、図面を用いて、詳細に説明する。

【0030】一般的に反射型LCDは、システム上に光源を具備していない。つまり外光を利用して表示するため、光源は用いる環境により変化する。殆どの環境においてLCDに入射する光は完全に拡散しておらず、且つ種々の角度から入射する。このため、仮に反射型LCDの反射層において入射光がすべて正反射すると反射型LCDは背景を写す鏡となり、表示を認識することが困難となる。また、入射光強度の強い方向の正反射方向以外の方向から観察した場合、反射する光は殆ど得られず暗い表示しか観察できない。したがって、反射型LCDにおける反射層では、ある程度以上の拡散性を持った反射特性が必須である。従来用いていた反射層（反射板）は、この拡散性を持った反射特性を得るために表面に凹凸のある基板上に反射率の高い金属を蒸着したり、強い光拡散性を得るために紙を用いたりしていた。

【0031】しかしながら、従来の表面に凹凸のある基板上に反射率の高い金属を蒸着した反射板は、光拡散性を得ることができるものの、全体の反射率を高めるための最適な設計はなされておらず、反射率は低い。また、紙を用いた反射板は反射板自体の光吸収が強く、拡散性は極めて優れているが、反射率は著しく低かった。

【0032】また、前述したように反射層における光反

射が表示の明暗を制御する光制御にかかわっている表示モード、つまり偏光板1枚モードECB型LCDやGH-HOMO型LCDに4分の1波長板と拡散反射板を加えた構成の反射型LCDに、従来の反射層を用いた場合は、反射層で光が反射する際に、反射層に入射した光の偏光状態が著しく変化して反射され、表示の制御に影響して「コントラスト比」特性を低下させていた。

【0033】図10は本発明との比較のために、従来の反射板8の基本構造の一例を図式化したものである。図10(a)は、A1蒸着タイプ、図10(b)は紙タイプである。A1蒸着タイプでは平坦部分8aが多く、その分、正反射方向以外での反射率が低い（図中ハ）。また、反射層8での反射回数が2回以上となる領域8bや方向も多数ある（図中イ、ロ）。いずれの反射においても金属反射をなしているが、たとえ金属反射をしていても反射するごとに必ず吸収を伴う。金属反射率が高いとされるアルミニウムや銀でも、1回の反射につき、5～10%の吸収を伴う。これにより、反射表面8Aでの反射回数が2回以上あるとその分、反射率は低下する。これらのことから、図10(a)のような形状では、高い反射率は得られない。また、反射回数が2回以上ある領域と1回のみの領域とで、反射層に入射した光の偏光状態が異なり、反射光の偏光状態が制御できない。

【0034】図10(b)の紙タイプでは、屈折効果等より、図10(a)以上に光1の拡散性が高いが、A1蒸着タイプ以上に反射回数が多く、また透過する光1tも多く、吸収される光も多い。よって、反射率は著しく低く、また、入射した光の偏光状態は殆ど破壊される。

【0035】このように、従来の反射板は十分な反射率と偏光を維持した反射が得られていない。

【0036】図8に示すように、本発明の一構成例の液晶表示素子はその液晶表示セル11が電極14をもつ観察側基板12と、電極15をもつ対向基板13間の間隙に液晶層16を配置し、この間隙をシール剤で封止した構造を有している。符号11bは間隙剤、LMは液晶分子、GHは2色性染料、19は4分の1波長板を示す。

【0037】本発明の反射層18は、一例として図8(a)のように液晶セル11に貼り合わせて用いる。

【0038】図1乃至図9に示すように本発明の反射型LCD用反射板（反射層）は、その表面（反射面）の形状が断面的にみて、多角形状の凸部を設けている。且つ各角錐の側面と底面なす各角が $5^\circ$ 乃至 $25^\circ$ となっている。また、平面的には、前記種々の角錐が100%の密度で構成されている。また、その表面が金属光沢のある金属から形成されている。

【0039】ここで図1は多数の3角錐の凸部18aを集合配置した構成の反射層18を示し、各凸部の底辺の長さは $6\mu\text{m}$ 、底辺の対角線の長さは $10.4\mu\text{m}$ であり、隣接する3角錐はそれぞれ側面の底面となす角度 $\theta$ を異ならしめている。平面に投影された各辺の角度 $\alpha$ は



30°である。

【0040】図2は多数の4角錐の凸部18bを集合配置した構成の反射層18を示し、各凸部の辺の長さは6.5μm、対角線の長さは8.5μmであり、隣接する4角錐はそれぞれ側面の底面となす角度θを異ならしめている。平面に投影された各辺の角度βは45°である。

【0041】図3は多数の6角錐の凸部18cを集合配置した構成の反射層18を示し、各凸部の底面の対角線の長さは10.4μmであり、隣接する6角錐はそれぞれ側面の底面となす角度θを異ならしめている。平面に投影された各辺の角度γは60°である。

【0042】図4は一辺が6μmの正方形面内に8角形の底面を形成した8角錐18dと一辺が2.5μmの正方形の底面をもつ4角錐18eの凸部を組み合わせた構成である。

【0043】以上の反射層について説明する。角錐の表面における反射を点で考えると、図5（断面図）で、表面（反射面）の接面に対する法線zを軸として入射する光1iと軸のなす角度と、反射され出射する光1rと軸のなす角度α1、α2、α3はそれぞれ等しい。つまり各点で見れば、いずれも正反射する。

【0044】ここで本発明の反射層の反射特性を平面的に考えてみる。図6は本発明の反射層の光反射機構を断面で2次元的に示したものである。図に示すようにある一定の方向から入射した光1iの反射方向は1r1~1r4のように種々の方向となる。これは、図5に示すように、本発明の反射層は点でみれば正反射しているが、表面形状が4角錐の凸部となっているので一つの角錐の表面上には4つの接面を持つこととなり、少なくとも隣接する角錐同志でθの値がθ1、θ2、θ3のように異なるので、接面の数は十分に多数となる。ここで本発明の反射層は、前記角錐の平面的配列ピッチを30μm以下としている。反射型LCDの画素ピッチは一般的には100μm以上はあるので、本発明の反射層の前記接面の数は観察者の表示の最小認識単位（1画素）に対し、十分に多数個含まれる。勿論、接面毎に出射する光の方向1rは接面毎に異なるので、本発明の反射層は背景を写す鏡にはならない。

【0045】次いで本発明の反射型LCDを正面方向から観察した場合の表示輝度について考えてみる。ここでは液晶表示モードには関係なく反射層の光入射、出射角度、視角依存のみを検討した。図7（b）（c）は観察者Oが反射層の法線方向に位置する場合に観察者が観察できる反射光の履歴、つまり反射光が反射板に入射するときの光の方向を示したものである。

【0046】図7（b）において従来の反射板8のように、背景を写す鏡とはならない程度の拡散反射特性を得る表面凹凸があるが、マクロ的に見れば反射光の方位性は全体で正反射に近い場合の履歴を示したものである。

当然のことながら、観察者Oが観察できる入射光1iは、反射層の法線方向から入射する光のみである。従って、この方位に明るい光源がない限り、観察者は暗い表示を見ることとなる。特に観察者OがLCDを真近に見る場合、観察者自信が光源を遮光するので、表示は必然的に極めて暗くなる。

【0047】図7（b）において、本発明の反射層18bに対して観察者Oが反射層の法線方向に位置する場合に、観察者が観察できる反射光の履歴を示したものである。本発明の反射層18bは反射層平面に対して5°~25°の角度θをなす面を反射面としているので、観察者が観察する反射光1rは反射層平面に対する法線方向（観察方向）から2θ傾いた方向から入射することとなる。

【0048】また、平面的方位について考えると図7

（c）のようになる。図7（c）は4角錐の凸部18bを設けた場合の一つの角錐について観察者が観察する反射光の履歴を斜視図で示したものである。本発明の反射層のうち、4角錐18bについては正面方向に反射する光1iは図示するように4方位（全方位）からの入射光1iである。勿論、図7（a）に示すように、4方位の中間の方位（接面と底面のなす角度がθでない角度θxから入射する方位）からも入射することとなる。従って、本発明の反射層は観察者が反射層平面の法線方向に位置する場合、観察者が観察する反射光の光は、前記観察者が位置する方向以外の方向からの光であり、種々の方位から入射する光となる。ここで角錐のそれぞれの側面は、同一の面積からなるのでひとつの方位から入射した光のうち角錐の（側面数分の）1の光を前記観察者が位置する法線方向に反射することとなる。ここで4つ方位から光が入射したと仮定すると前記観察者が位置する法線方向に反射する光は、1方位から入射する光と等しい量となる。角錐の側面は種々の方位に向いているので、本発明の反射層は前記観察者が位置する法線方向では、光源の方位性に関係なく、いかなる条件においても、少なくとも常に角錐の側面数分の1の光を観察することができる。したがって本発明の反射層は、観察者が位置する法線方向では、紙のように光源の方位性に関係することがなく、常に明るい反射光を観察できる。

【0049】さらに、本発明の反射層は、前記複数の角錐の側面と底面のなす角度θが種々の値を持っているので、前記観察者が位置する法線方向に反射される光は、種々の入射角度から入射した光となる。したがって、本発明の反射層は光源の角度（光源と反射層のなす角度）に殆ど依存することなく観察者が位置する法線方向に光を反射する。

【0050】このように前記観察者が位置する法線方向に反射する光について考えると、本発明の反射層は光源の角度や方位に依存することなく前記方向に反射する光が得られる。本発明の反射層は、点で考えれば正反射を



なすので、ある方位から入射した光が反射して形成する光路は、反射側から光が入射しても同一光路で先の入射側に逆進して出射する。このことから、本発明の反射層は前記反射層平面の法線方向以外に観察者が位置していても、常に前記反射層平面の正反射方向以外に入射光を観察者の方向に反射させ、前記反射層平面の法線方向同様に光源の角度や方位に依存することなく観察者の方向に反射する光が得られることとなる。

【0051】ところで本発明の反射層は角錐の側面と底面のなす角度 $\theta$ の範囲が、 $5^\circ$ 乃至 $25^\circ$ となっている。従って前述したように観察者が法線方向に位置する場合、観察者が観察する反射光は、前記法線方向から $2\theta$ 傾いた角度から反射層に入射する光となる。従って、本発明の反射層は、観察者が位置する方向から $10^\circ$ コーン乃至 $50^\circ$ コーンから入射する光を観察者が位置する方向に反射することとなる。

【0052】ここで、本発明の反射層は、液晶セルの外面に糊などの接着剤を用いて張り合わせるか、セル内面に反射電極として用いるという構成となる。前者の場合、反射面上の屈折率は糊の一般的な屈折率 $1.4$ 乃至 $1.5$ であり、後者の場合配向膜もしくは液晶の屈折率 $1.4$ 乃至 $1.5$ となっている。入射する光の光源は必ず空気を通して前記反射面に入射するので、観察者が位置する方向に反射する光は、前記 $10^\circ$ コーン乃至 $50^\circ$ コーンの $1.4$ 乃至 $1.5$ 倍の角度に位置する光源から入射する光となる。よって、観察者が位置する方向から $15^\circ$ コーン乃至 $75^\circ$ コーンに位置する光源から入射する光を観察者の位置する方向に反射する。反射型LCDの場合、観察者は必然的に光源に対する影をつくるので、もともと観察者が位置する方向から $15^\circ$ コーン内の入射光は存在しない場合が多い。したがって、本発明の反射層が観察者が位置する方向から $15^\circ$ コーン内から入射する光を活用できない事は事実上問題とならない。また、 $75^\circ$ コーン外から入射する光も事実上は全反射等を生ずるので活用できない事は事実上問題とならない。このため、本発明の反射層においては、事実上活用し得る入射光は殆ど観察者が観察する方向への反射に寄与することとなる。

【0053】さて、本発明の反射層は、反射面が金属光沢のある金属から構成されている。したがって、反射層全体での反射率（入射する光の全光量に対する出射する光の全光量）は、前述したように反射面での光吸収量により決まり、この光吸収量は反射面の金属の材料と反射回数により決まる。反射回数は入射する光の反射面に対する入射角度と反射面の凸部形状により決まる。

【0054】図5に示すように、本発明の反射層の場合、反射層平面の法線に対する入射光角度を $\beta_2$ とし、角錐の側面と反射層平面とのなす角を $\theta_1$ とすると、反射した光が再び他の角錐に入射する条件は、隣接する角錐の側面と反射層平面とのなす角 $\theta_2$ に対して、

$$\theta_2 > 90^\circ - 2\theta_1 - \beta_2$$

となる。 $\theta$ の値はいずれも $5^\circ \sim 25^\circ$ である。

【0055】よって、種々の入射光（ $0 \leq \beta_2 \leq 90^\circ$ ）に対し2次反射が生じるか否かを計算すると図13のようになる。図13において $\theta_1 = 5^\circ$ の線と $\theta_1 = 25^\circ$ の線より上の領域にある $\beta_2$ 、 $\theta_2$ では2次反射が生じる。図から明らかなように各 $\theta$ の値が小さい程、2次反射は生じない。角錐の $\theta$ の値をランダムに配列したとすると図のように $\theta$ の平均値は $15^\circ$ となる。

【0056】ここで、本発明の反射層に入射する光の入射角 $\beta_2$ について考えると前述したように事実上は $10^\circ$ 乃至 $50^\circ$ の角度でしか入射しない（反射層上の屈折率 $1.4 \sim 1.5$ の場合）。この $\beta_2$ の範囲で、 $\theta$ の平均値 $15^\circ$ を用いて、平均的な2次反射の発生する確率を計算すると約 $15\%$ と低い値となる。また、図から明らかなように $\theta_1 = 25^\circ$ 以下とすることによって $\theta_2$ の値にかかわらず2次反射を生じない $\beta_2$ の角度が存在する。よって、本発明のように $\theta$ の値を $5^\circ$ 乃至 $25^\circ$ とすれば、2次反射を実質的に防ぐことが可能となる。また、図9から、逆に $\theta$ の値を $25^\circ$ より大とすれば、必然的に2次反射が生じることがわかる。これらのことから、 $\theta$ の値は $5^\circ$ 乃至 $25^\circ$ とすればよいことがわかる。

【0057】また、本発明の反射層は前述したように2次反射が殆ど生じないことから、反射層に偏光が入射した場合、その偏光状態が維持されて反射することとなる。したがって、反射面での光反射が表示モードの光制御内の構成される表示モードに適用しても光制御に影響することはないので、高いコントラスト特性が得られる。

【0058】以上、本発明では、角錐の形状を一種類の多角錐として3角錐、4角錐、6角錐、角数を異にする複数の角錐として8角錐と4角錐の組み合わせた。これらの形状以外では、1種の等边角錐にて平面的な密度を $100\%$ とすることができない。また、8角錐と4角錐を組み合わせるように、複数例えば3種以上の種々の角錐を組み合わせれば、これ以外の組み合わせでも同様の効果がえられるが、この場合、形状が複雑になり型製作の製造コストが高くなる。コスト以外の特性は上記構成とほぼ同等である。また、前記4種の形状を比較すると、側面の数が少ないほど、一つの角錐における一つの側面の面積が大となるので、一方位における反射輝度は高くなり、側面の数が多いほど、側面の方位が増えて、反射光の拡散性が高まる。

【0059】また、本発明の反射層は、隣接する角錐毎に $\theta$ の値が異なっているため反射光が回折することはない。したがって、このことにより反射光に色付きが生じることはない。

【0060】さらに、角錐形状は頂部や稜線が丸みを帯びたものでもよく、同等の反射特性を得ることができ

る。

【0061】さらにまた、多角錐の底面は非正多角形であつてもよい。

【0062】さらに、図8(b)のように透明な基板181の一表面側に多数の角錐の凹部181aを配列し、この凹部に金属層を被着し、反射板181の他の面から入射する光1iを反射するようにした光学的凸部を形成することもできる。

【0063】

【実施例】以下、本発明の実施例について、図面を用いて詳細に説明する。

【0064】(実施例1) 図1に示す凸部形状18aを得るための角錐形状の凹部を配列した鋳型を作製し、この鋳型を用いて、表面に同図に示す3角錐の凸部形状18aを持つ0.3mm厚で120mm×90mmのポリイミドフィルム(ベースフィルム)を作製した。ここで、角錐の側面と底面のなす角 $\theta$ はランダム、且つ隣接する角錐同志で2°以上異なるよう配列した。また、 $\theta$ の全体の平均角は15°とした。こうして得られたベースフィルム上にアルミニウムを2000Å(オングストローム)蒸着し、本実施例に用いる板状反射層18を得た。

【0065】こうして得られた反射層の反射率を図22の測定系にて前述した標準白色板を基準とした方法にて測定したところ反射率は360%と極めて高い値であった。また、図22における光源の入射角を30°から60°に変えて測定したところ反射率は120%と高かった。また、反射光は、ほぼ無彩色であった。

【0066】図11は本実施例の液晶表示素子10を示すものであり、観察側基板12とその対向基板13は各対向する面にそれぞれ電極14、15を有し、両基板12、13の間に液晶層16を挟んでなる液晶セル11と、対向基板13の外面に貼付した4分の1波長板19と、さらに4分の1波長板19面に上述構成の反射層(反射板)18を貼付した構造を有する。

【0067】両基板12、13は、0.7mm厚のガラス基板であり、一方の基板すなわち対向基板13は図11(b)、(c)に示すようなMIM素子20付き基板である。図11(b)は一面素の電極15の形状を示し、図11(c)は有効表示領域131の形状を示している。画素数は横480×縦320であり、各画素pはMIM素子20をスイッチング素子としw有し、一面素電極サイズは180 $\mu$ m×180 $\mu$ mである。

【0068】また、観察側基板12として図11

(d)、(e)に示すITOストライプパターン電極14を形成した基板を作成した。ここで図11(d)は一面素に該当するパターン形状を示し、図11(e)は、有効表示領域121の形状を示している。図11(d)に示すITOストライプパターン電極14を形成した基板のストライプパターン幅は180 $\mu$ m(ライン幅17

5 $\mu$ m)である。

【0069】これら2枚の基板12、13に、配向膜21、22としてポリイミド配向剤(商品名AL-1051、(株)日本合成ゴム製)を有効表示領域に印刷、焼成し、前記ITOストライプパターンと平行であり、且つ対向する基板間で向きが180°逆となる方向にラビングする。しかる後、観察側基板12に粒径8 $\mu$ mの基板間隙材23(商品名マイクロパール、(株)積水ファインケミカル製)を散布密度100/mm<sup>2</sup>にて散布し、対向基板の有効表示領域周辺に5mm幅の開口部を設けた周辺シールパターンをスクリーン印刷法にて形成した。ここで用いたシール材料は1液性エポキシ樹脂(商品名XN-21、三井東圧化学(株)製)である。

【0070】しかる後、前記2枚の基板12、13を電極面が対向するようにして重ね合わせて、基板間隙が前記基板間隙材23の粒径と等しくなるよう加圧しながら180℃で2時間焼成し、本実施例の液晶表示素子10に用いる空セルを得た。しかる後、前記空セルに液晶材料として正の誘電異方性を示すネマティック液晶材料

(商品名ZLI-4801-100、(株)メルクジャパン製、 $\Delta n=0.1055$ 、 $\Delta \epsilon=+4.9$ )に黒色の染料(商品名LA103/4、(株)三菱化成製)を2.0wt%添加したものを減圧注入法にて注入して液晶層16とし、前記周辺シールパターンの開口部を紫外線硬化樹脂(商品名UV-1000、(株)ソニーケミカル製)にて封止し、本実施例のLCDに用いる液晶セル11を得た。

【0071】このセルに4分の1波長板19および上述の反射板18をポリビニール結着剤で貼り付けて素子(LCD)10を得た。

【0072】こうして得られたLCDは、観察側基板12から入射した光が液晶セル11を透過して反射層18で反射し、再び液晶セル11を透過して観察側基板から出射するが、電極14、15で制御される液晶層16により光スイッチングする。反射層18で反射し液晶セル11を透過した光を測定し、LCDの反射率及びコントラスト比を図22に示す測定装置で測定した。測定はサンプル43の配置位置の中央から法線方向の位置に距離30cmで輝度計40を配置し、ほぼ同じ高さに前記法線方向と30°の角度をなす方向に図示するように赤緑青3波長に発光する高演色性蛍光灯41、42を2灯配置して、サンプル43部分の照度が580ルクスとなるようにして、標準拡散板(MgO板)の輝度を測定し、この輝度を反射率100%とし、サンプルの反射率及びコントラスト比を測定した。

【0073】液晶層への印加電圧が4VとなるようMIM素子を用いて全面(全画素)に電圧を印加して反射率を測定したところ、反射率は70%と極めて高い値であり、また、液晶層への印加電圧が0Vと4VとなるようMIM素子を用いて全面(全画素)に電圧を印加してコ

ントラスト比を測定したところ、1.2 : 1で高く、反射率同様に角度依存が少なく、視角、光源の環境に左右されることが従来より少なくなっていることがわかった。

【0074】(比較例1) 実施例1における反射板としてアルミホイルの梨地状の粗面を反射層として、実施例1と同様にポリビニルアルコールを結着剤として実施例1のセルに貼り合わせて、LCDを試作した。

【0075】実施例1同様にして、反射率とコントラスト比を測定したところ、反射率は6.2%と実施例1よりも低く、コントラスト比も同様に9 : 1と実施例1に及ばなかった。

【0076】また、反射板単体の特性をず25の装置で測定したところ、光源の入射角30°で150%、60°で1.2%と実施例1の反射板よりも低い反射率であった。

【0077】(実施例2) 実施例1で得られた反射板を観察側基板の対向基板として用いた。反射層は共通した電極として用いる。

【0078】しかる後、観察側基板12として図12に示すようなTFT素子20A付き基板を作成した。

【0079】まず、ガラス基板の上にゲート配線24、信号線配線25、TFT素子20Aを形成し、しかる後基板全面にITOを2000Åの膜厚にて成膜しフォトリソグラフィ法にてパターンニングし、画素電極を得た。

【0080】こうして得られた2枚の基板を用い、これらの基板に配向膜として垂直配向性を示す配向膜JALS-214-R14(商品名、(株)日本合成ゴム製)を膜厚600Åにて塗布し、180℃にて1時間焼成し、しかる後、配向処理を施さずに、基板間隙材散布工程からシール焼成の工程を実施例1同様の製法、材料、条件で行い、空セルを作製した。

【0081】しかる後、実施例1に用いた液晶材料にカイラル材S-811(商品名、(株)メルクジャパン製)を8wt%添加して、螺旋ピッチが1.2μmとなり前記空セルの基板間隙にて、液晶分子及び染料分子が螺旋状に配列し、かつ配向膜表面以外の液晶層中心部で螺旋の軸がセル基板法線から、平面方向に倒れた分子配列になるようにして、実施例1同様の方法にて注入し、実施例1同様に注入口を封止して本実施例のLCDを得た。本実施例は図17に示す配置となりGH-PC型の表示モードで動作する。

【0082】実施例1同様、本実施例のLCDの反射率及びコントラスト比を図22に示す測定装置で測定した。液晶層への印加電圧が15Vとなるよう全TFTM素子をスイッチングして全面(全画素)に電圧を印加したところ、反射率は70%と極めて高い値となり、また、液晶層への印加電圧が0Vと15VとなるようTFT素子を用いて全面(全画素)に電圧を印加してコントラスト比を測定したところ15 : 1ときわめて高い値を

示した。

【0083】(実施例3) 図13に示すように、観察側基板12と対向基板13に0.7mm厚のガラス基板を用い、一方の基板12にライン幅175μm、スペース5μm、ライン数480本のITOストライプ電極を形成し、他方の基板13にライン幅175μm、スペース5μm、ライン数320本のITOストライプ電極を形成した。本実施例の有効表示領域は実施例1と同じである。

【0084】各々の基板12、13に配向膜として、ポリイミド配向剤(商品名、AL-1051、(株)日本合成ゴム製)を有効表示領域に印刷、焼成し、基板12の配向膜に矢印12a方向、基板13の配向膜に矢印13aの方向に各々ラビングして、しかる後、観察側基板12に基板間隙材23として粒径8μmのマイクロバル(商品名(株)積水ファインケミカル製)を散布密度100/mm<sup>2</sup>にて散布し、対向基板13の有効表示領域周辺に5mm幅の開口部を設けた周辺シールパターンをスクリーン印刷法にて形成した。ここで用いたシール材料は1液性エポキシ樹脂XN-21(商品名、三井東圧化学(株)製)である。

【0085】しかる後、前記2枚の基板12、13を電極ストライプが直交するようにその電極面を対向して重ね合わせて、基板間隙が前記基板間隙材の粒径と等しくなるよう加圧しながら180℃で2時間焼成し、本実施例の液晶表示素子に用いる空セルを得た。しかる後、前記空セルに液晶材料として正の誘電異方性を示すネマティック液晶材料ZLI-4801-100(商品名、(株)メルクジャパン製、Δn=0.1055、Δε=+4.9)を減圧注入法にて注入し液晶層16とし、前記周辺シールパターンの開口部を紫外線硬化樹脂UV-1000(商品名、(株)ソニーケミカル製)にて封止し、本実施例のLCDに用いる液晶セルを得た。

【0086】しかる後、観察側基板12外面にリタレーション値844nmの位相差板(ポリカーボネイト製、(株)日東電工製)19を図13(a)に示す方向に光軸19aを合わせて貼付けた。また、さらに、位相差板19の外面に、偏光板17を図に示す方向に吸収軸17aを合わせて貼付けた。しかる後、対向基板13の外面に、実施例1で作製した反射板18を張り合わせた。貼合わせには、高屈折率透明高粘性液体RTZ-206(商品名、(株)触媒化成工業製、屈折率1.9)を糊として用いる。

【0087】こうして得られた本実施例のLCDの反射率及びコントラスト比を、実施例1同様、図22に示す測定装置で測定した。本実施例のLCDは図16に示すようなECB型のLCDであり、液晶層のリタレーション(電圧を印加していない状態で約844nm)を電界にて制御するものである。液晶層の分子配列はホモジニアス配列をなしており、電界を印加すると液晶分子は垂

直に配列し、リタレーションが減少する。本実施例では初期のリタレーション値を大きく設定しているため、僅かな電圧の変化で著しくリタレーション値が変化する。従って電気光学特性が急峻であり、マルチプレックス駆動が可能となる。本実施例では、 $1/320$  duty 駆動にて駆動した（実効電圧は、約2.5Vであった）。この駆動法にて全面（全画素）を白表示として反射率を測定したところ、反射率は42%と高い値であり、また、全面（全画素）を黒表示として反射率を測定し、コントラスト比を測定したところ、22:1と極めて高い値であった。

【0088】（実施例4）実施例1における反射層18の反射面に用いる金属として銀を用いて実施例1同様の条件、製法、材料にて本発明の反射層（反射板）を作製した。また、実施例1にて作製した液晶セルに実施例1同様にして、本実施例の反射板を貼り合わせて、本実施例のLCDを得た。

【0089】こうして得られた本実施例の反射層の反射率を図22の測定系にて前述の標準白色板（MgO板）を基準とした方法にて測定した。反射光は、若干黄色く色づいていたが、反射率は330%と実施例1と同様高い値であった。

【0090】また、実施例1同様に、本実施例のLCDの反射率及びコントラスト比を図22に示す測定装置で測定した。液晶層への印加電圧が4VとなるようMIM素子をスイッチングし、全画素に電圧を印加して反射率は70%と実施例1同様きわめて高い値となった。また、液晶層への印加電圧が0Vと4VとなるようにMIM素子を用いて全画素に電圧を印加してコントラスト比を測定したところ、12:1と大きい値を得た。

【0091】（実施例5）実施例1同様にして、図2に示す凸部形状を得る鋳型を作製し、この鋳型を用いて、表面に図2に示す4角錐の凸部形状18bを持つ0.3mm厚で120mm×90mmのポリイミドフィルム（ベースフィルム）を作製した。ここで、角錐の側面と底面のなす角 $\theta$ はランダム、且つ隣接する角錐同志で2°以上異なるよう配列した。また、 $\theta$ の全体の平均角は10°とした。こうして得られたベースフィルム上にアルミニウムを2000Å蒸着し、本実施例に用いる反射層を得た。

【0092】こうして得られた本実施例の反射板の反射率を図22の測定系にて前述した標準白色板を基準とした方法にて測定したところ反射率は440%と極めて高い値であった。また、図22における光源の入射角を30°から60°に変えて測定したところ反射率は210%と高かった。また、反射光は、ほぼ無彩色であった。

本実施例の反射板を、実施例1にて作製した液晶セル11に実施例1と同様にして張り合わせて本実施例のLCDを得た。

【0093】また、本実施例のLCDの反射率及びコン

トラスト比を図22に示す測定装置で測定した。液晶層への印加電圧が4VとなるようMIM素子を用いて全面（全画素）に電圧を印加して反射率は82%と実施例1同様極めて高い値であり、また、液晶層への印加電圧が0Vと4VとなるようMIM素子を用いて全面（全画素）に電圧を印加してコントラスト比を測定したところ、12:1と実施例1同様極めて高い値であった。

【0094】（実施例6）実施例1同様にして、図3に示す凸部形状を得る鋳型を作製し、この鋳型を用いて、表面に図3に示す6角錐の凸部形状18cを持つ0.3mm厚で120mm×90mmのポリイミドフィルム（ベースフィルム）を作製した。ここで、角錐の側面と底面のなす角 $\theta$ はランダム、且つ隣接する角錐同志で2°以上異なるよう配列した。また、 $\theta$ の全体の平均角は15°とした。こうして得られたベースフィルム上にアルミニウムを2000Å蒸着し、本実施例に用いる反射層を得た。

【0095】こうして得られた反射層単独の反射率を図22の測定系にて前述した標準白色板を基準とした方法にて測定したところ、反射率は350%と極めて高い値であった。また、図22における光源の入射角を30°から60°に変えて測定したところ反射率は190%と高かった。また、反射光は、ほぼ無彩色であった。

【0096】また、実施例1同様、この反射層を貼り付けた本実施例のLCDの反射率及びコントラスト比を図22に示す測定装置で測定した。液晶層への印加電圧が4VとなるようMIM素子を用いて全面（全画素）に電圧を印加して反射率は70%と実施例1同様極めて高い値であり、また、液晶層への印加電圧が0Vと4VとなるようMIM素子を用いて全面（全画素）に電圧を印加してコントラスト比を測定したところ、12:1と実施例1同様極めて高い値であった。

【0097】また、本実施例の反射板は製造が極めて容易で、本製造方法は本発明の反射板の大量生産が可能であり、本発明の反射板は安価に製造できることが確認された。

【0098】（実施例7）実施例1同様にして、図4に示す凸部形状を得る鋳型を作製し、この鋳型を用いて、表面に図示の8角錐形状18dと4角錐形状18eの組み合わせによる凸部配列を持つ0.3mm厚で120mm×90mmのポリイミドフィルム（ベースフィルム）を作製した。ここで、角錐の側面と底面のなす角 $\theta$ はランダム、且つ隣接する角錐同志で2°以上異なるよう配列した。また、 $\theta$ の全体の平均角は15°とした。こうして得られたベースフィルム上にアルミニウムを2000Å蒸着し、本実施例に用いるフィルム状反射層を得た。

【0099】こうして得られた反射層の反射率を図22の測定系にて前述した標準白色板を基準とした方法にて測定したところ反射率は370%と極めて高い値であっ

た。また、図22における光源の入射角を $30^\circ$ から $60^\circ$ に変えて測定したところ反射率は $180\%$ と高かった。また、反射光は、ほぼ無彩色であった。

【0100】また、実施例1と同様に、液晶セル11に上記反射層を貼り付けて得られた本実施例のLCDの反射率及びコントラスト比を図22に示す測定装置で測定した。液晶層への印加電圧が $4V$ となるようMIM素子を用いて全面（全面素）に電圧を印加して反射率は $71\%$ と実施例1同様極めて高い値であり、また、液晶層への印加電圧が $0V$ と $4V$ となるようMIM素子を用いて全面（全面素）に電圧を印加してコントラスト比を測定したところ、 $12:1$ と実施例1同様極めて高い値であった。

【0101】また、本実施例の反射層は製造が極めて容易で大量生産が可能である。

【0102】（実施例8） $0.7mm$ 厚のガラス基板を2枚用い、一方の基板に図14(a)、(b)に示すようなMIM素子20付き基板を作成した。図14(a)は一面素の電極形状を示す平面図であり、図14(b)は有効表示領域131の形状を示す平面図である。画素数は $480(\times 3) \times 320$ である。この基板は観察側基板の対向基板として用いる。しかる後、観察側基板として、図14(c)、(d)に示すカラーフィルター27付き基板を作成した。図14(c)、(d)に示すようなイエロー27Y、マゼンタ27M、シアン27Cの3色からなるカラーフィルター付き基板を用い、実施例1同様、2枚の基板に配向膜としてAL-1051（商品名、(株)日本合成ゴム製）を有効表示領域に印刷、焼成し、前記ITOストライプパターンと平行であり、且つ対向する基板間で向きが $180^\circ$ 逆となる方向にラビングして、しかる後、観察側基板に基板間隙材として粒径 $8\mu m$ のマイクロパール（商品名、(株)積水ファインケミカル製）を散布密度 $100/mm^2$ にて散布し、対向基板の有効表示領域周辺に $5mm$ 幅の開口部を設けた周辺シールパターンをスクリーン印刷法にて形成した。ここで用いたシール材料は1液性エポキシ樹脂であるXN-21（商品名、三井東圧化学(株)製）である。

【0103】しかる後、前記2枚の基板を電極面が対向するようにして重ね合わせて、基板間隙が前記基板間隙材の粒径と等しくなるよう加圧しながら $180^\circ C$ で2時間焼成し、本発明の液晶表示素子に用いる空セルを得た。しかる後、前記空セルに液晶材料として正の誘電異方性を示すネマティック液晶材料ZLI-4801-100（商品名、(株)メルクジャパン製。 $\Delta n = 0.1055$ 。 $\Delta \epsilon = +4.9$ ）に黒色の染料LA103/4（商品名、(株)三菱化成製）を $2.0wt\%$ 添加したものを減圧注入法にて注入し、前記周辺シールパターンの開口部を紫外線硬化樹脂UV-1000（商品名、(株)ソニーケミカル製）にて封止し、本実施例のLC

Dに用いる液晶セルを得た。

【0104】しかる後、図8に示すように、4分の1波長板19を張り合わせ、本実施例での反射層を張り合わせた。ここで張り合わせに用いた接着剤はポリビニルアルコールである。

【0105】得られた本実施例のLCDの反射率及びコントラスト比を図22に示す測定装置で測定した。液晶層への印加電圧が $4V$ となるようMIM素子を用いて全面（全面素）に電圧を印加して反射率は $37\%$ とカラー表示しているにもかかわらず、極めて高い値であり、また、液晶層への印加電圧が $0V$ と $4V$ となるようMIM素子を用いて全面（全面素）に電圧を印加してコントラスト比を測定したところ、 $9:1$ と極めて高い値であった。

【0106】

【発明の効果】本発明により、反射率が高く視角特性に優れた反射層を得ることができ、この反射層を用いて明るくコントラスト比の高い反射型LCDが実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一つの反射層の構成を説明するもので、(a)は平面図、(b)はA-A線に沿う断面図

【図2】本発明の他の反射層の構成を説明するもので、(a)は平面図、(b)はA-A線に沿う断面図

【図3】本発明の他の反射層の構成を説明するもので、(a)は平面図、(b)はA-A線に沿う断面図

【図4】本発明の他の反射層の構成を説明するもので、(a)は平面図、(b)はA-A線に沿う断面図

【図5】本発明の反射層の作用を説明する略図

【図6】本発明の反射層の作用を説明する略図

【図7】本発明の反射層の作用を説明するもので、(a)は斜視図、(b)は断面略図、(c)は斜視図

【図8】(a)は発明のLCDの構造の一例を説明する断面図、(b)は反射層の他の例を示す断面図

【図9】角錐の側面の傾き角 $\theta$ と2次反射を生じない入射角 $\beta_2$ の関係を説明する図

【図10】(a)、(b)は従来の反射板の構造、及び反射の特性、機能を説明する図

【図11】本発明の一実施例を説明するもので、(a)はLCDの断面図、(b)(c)(d)(e)は平面図

【図12】本発明の他の実施例の電極構造を説明するもので、(a)は平面図、(b)は有効表示領域の平面図

【図13】本発明の他の実施例を説明するもので、(a)は平面図、(b)は断面図

【図14】(a)(b)(c)(d)は本発明の他の実施例を説明する平面図（ただし(c)は略断面図を含む）

【図15】従来の液晶表示素子であるTN型LCDの断面構造を説明する図

【図16】従来の液晶表示素子である偏光板1枚モードECB型LCDの断面構造を説明する図

【図17】従来の液晶表示素子であるPC-GH型LCDの断面構造を説明する図

【図18】従来の液晶表示素子であるGH-HOMO型LCDの断面構造を説明する図

【図19】従来の液晶表示素子である2層型GH-HOMO型LCDの断面構造を説明する図

【図20】従来の液晶表示素子であるGH型LCDの断面構造を説明する図

【図21】図20に示すGH型LCDの表示原理を説明する図

【図22】反射率、コントラスト比の測定系を説明する図

【符号の説明】

10…液晶表示素子(LCD)

11…液晶セル

12…観察側基板

13…対向基板

14、15…電極

16…液晶層

LM…液晶分子

GH…2色性染料

17…偏光板

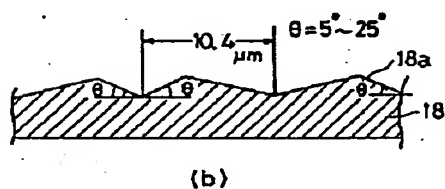
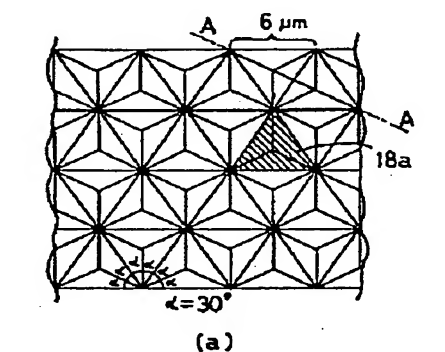
18…反射層

18a、18b、18c、18d、18e…凸部

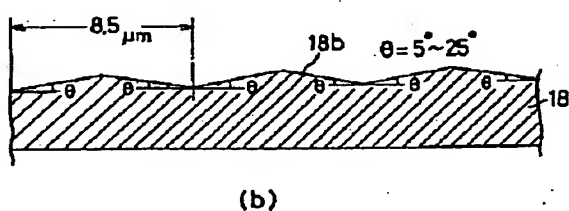
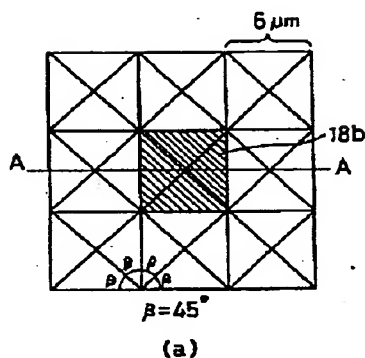
19…4分の1波長板

20…MIM素子

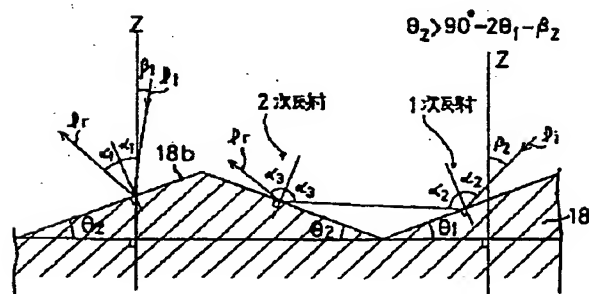
【図1】



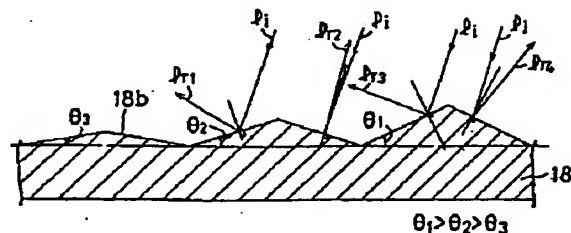
【図2】



【図5】

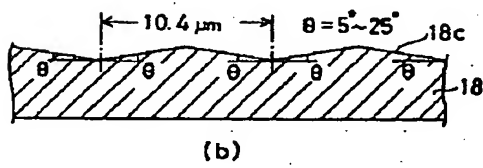
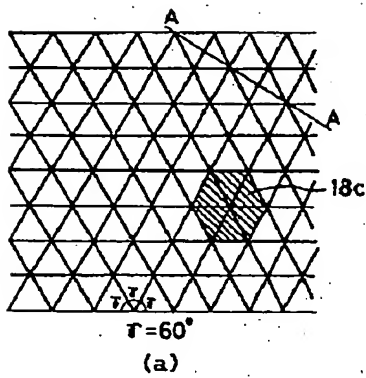


【図6】

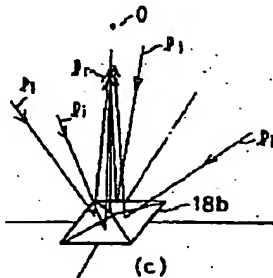
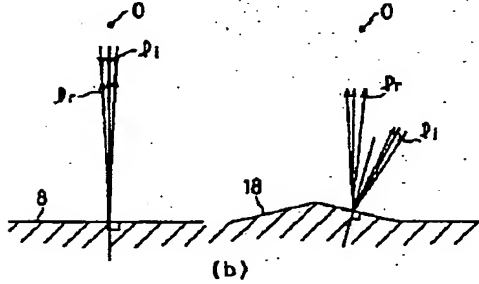
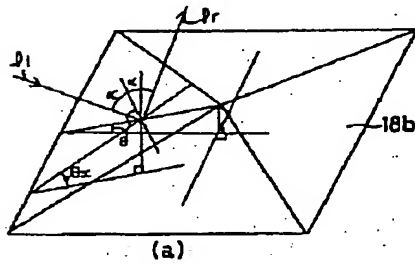




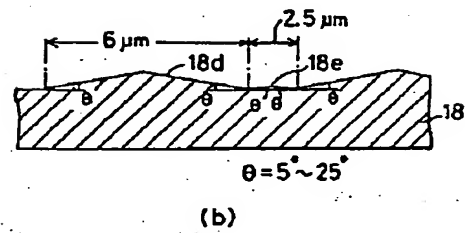
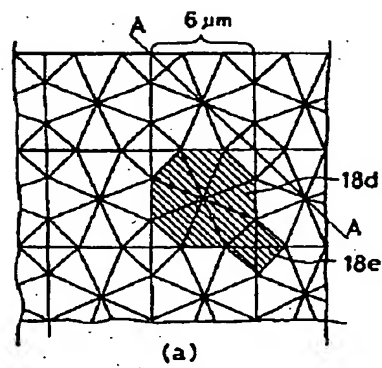
【図3】



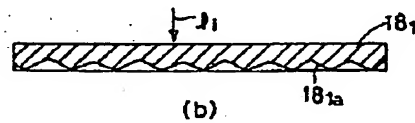
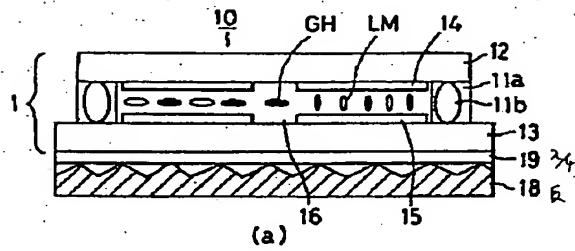
【図7】



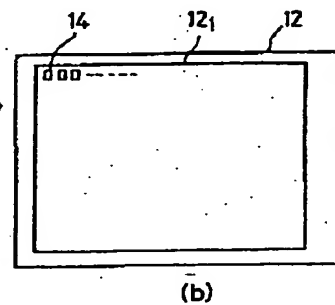
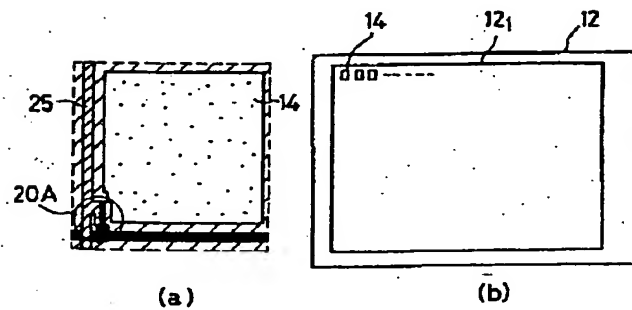
【図4】



【図8】

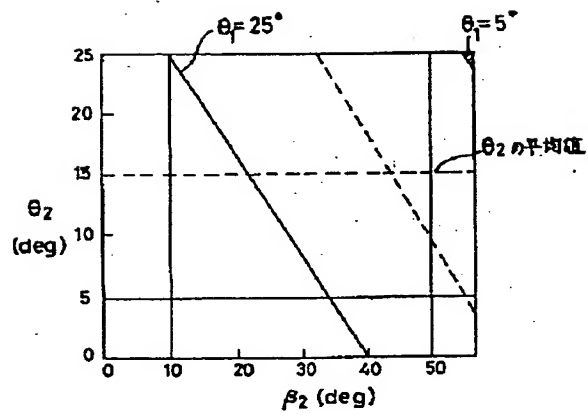


【図12】

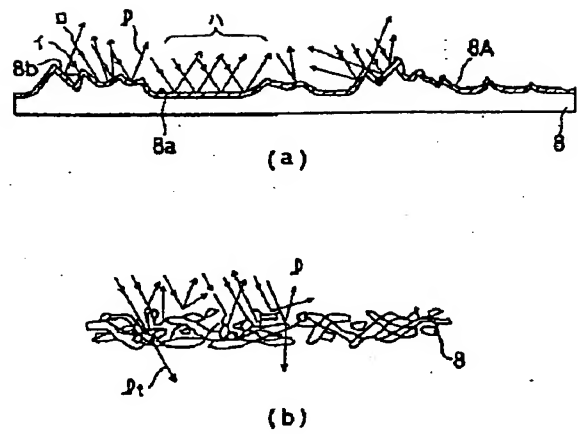




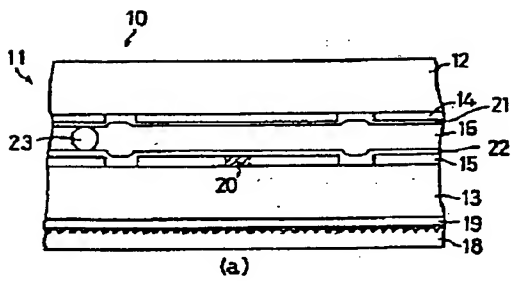
【図9】



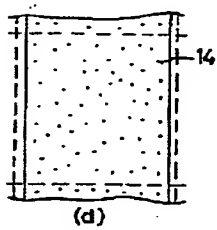
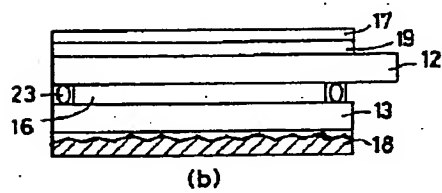
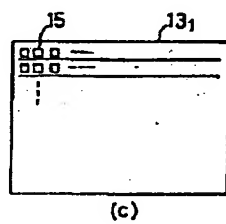
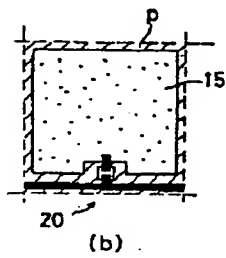
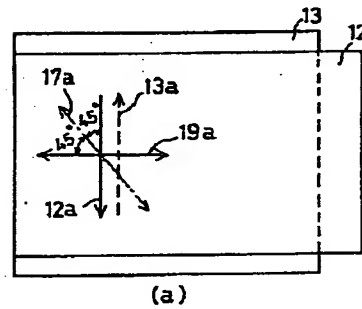
【図10】



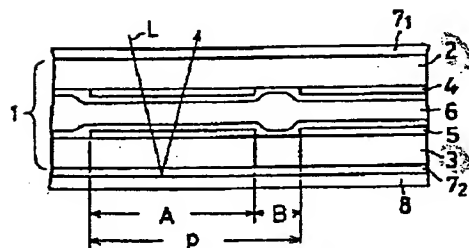
【図11】



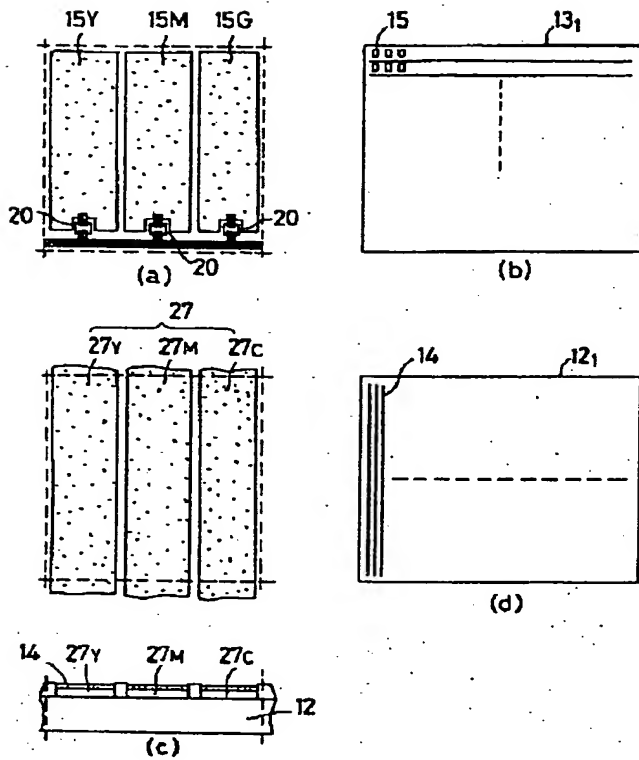
【図13】



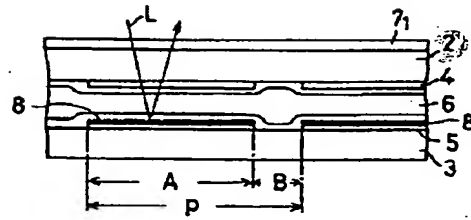
【図15】



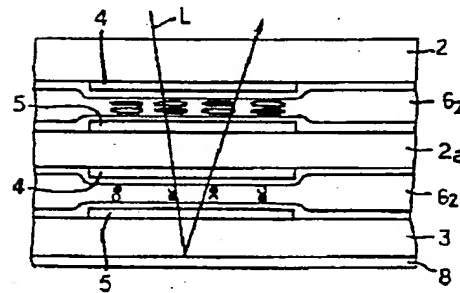
【図14】



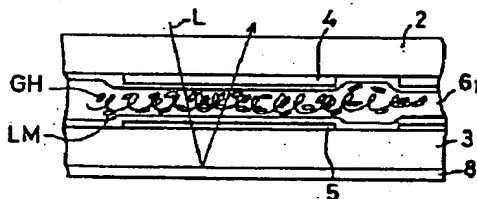
【図16】



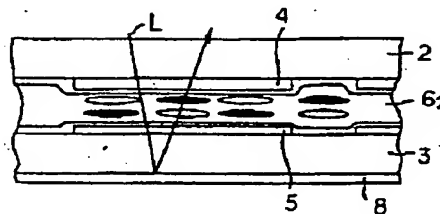
【図19】



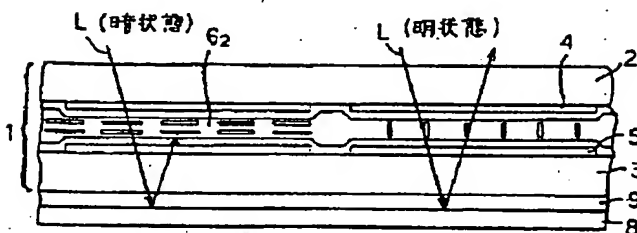
【図17】



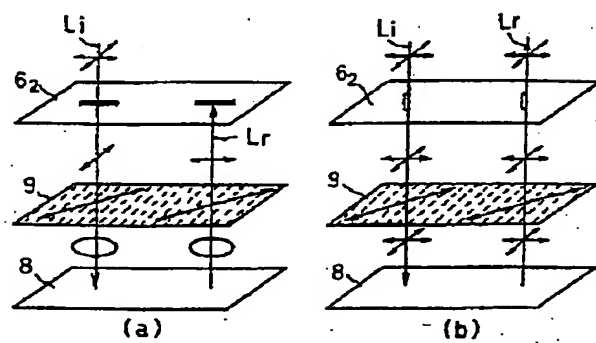
【図18】



【図20】



【図21】



【図22】

